

Peramalan Arus Uang Harian di Kantor Pusat Bank Indonesia untuk Perencanaan Peredaran Uang Kartal dengan Metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX Variasi Kalender

¹Hanna Kartika Sari dan ²Suhartono

Jurusan Statistika, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: ¹hannakartika10@mhs.statistika.its.ac.id; ²suhartono@statistika.its.ac.id

Abstrak—Bank Indonesia merupakan otoritas moneter yang mempunyai tugas menetapkan dan melaksanakan kebijakan moneter, dengan mengendalikan jumlah uang beredar. Ketersediaan uang rupiah layak edar tercermin oleh jumlah dan laju pertumbuhan uang kartal yang diedarkan (UYD) maupun aliran uang kartal yang keluar dari Bank Indonesia ke perbankan dan masyarakat (outflow) dan aliran uang kartal yang masuk melalui Bank Indonesia (inflow). Pada penelitian ini dilakukan peramalan arus uang harian di Kantor Pusat Bank Indonesia dengan metode Regresi *Time Series* serta ARIMAX Variasi Kalender Multi Input dan Single Input. Data yang digunakan adalah data inflow dan outflow harian serta dummy variasi kalender. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata inflow uang kartal cenderung meningkat pada hari Selasa dan Rabu, Minggu kedua, bulan Agustus. Sedangkan outflow meningkat pada Kamis dan Jum'at, Minggu keempat, bulan Juli. Metode regresi *time series* merupakan metode terbaik untuk meramalkan inflow dan outflow. Berdasarkan hasil RMSE terkecil yang dibandingkan dengan ketiga metode, didapatkan model 1 regresi *time series* baik untuk meramalkan inflow 2015 sedangkan model 3 regresi *time series* baik untuk meramalkan outflow 2015. Hal ini menunjukkan bahwa model yang lebih kompleks tidak selalu memberikan ramalan yang lebih akurat dibanding model yang lebih sederhana.

Kata Kunci : ARIMAX Variasi Kalender, Inflow, Outflow, Regresi *Time Series*, Uang Kartal.

I. PENDAHULUAN

Uang beredar merupakan salah satu indikator penting dalam proses pengambilan kebijakan ekonomi. Berdasarkan UU No. 6 tahun 2009 tentang Bank Indonesia, maka salah satu tugas Bank Indonesia adalah mengatur dan menjaga kelancaran sistem pembayaran. Sejalan dengan amanat undang-undang tersebut, maka BI memiliki misi di bidang sistem pembayaran tunai atau pengedaran uang yaitu memenuhi kebutuhan uang rupiah di masyarakat dalam jumlah nominal yang cukup, jenis pecahan yang sesuai, tepat waktu dan dalam kondisi layak edar [1].

Di Indonesia, uang kartal adalah uang kertas dan uang logam yang beredar di masyarakat yang dikeluarkan dan diedarkan oleh Bank Indonesia yang berfungsi sebagai otoritas moneter. Bank Indonesia [2] menyebutkan bahwa kebutuhan

uang kartal di Indonesia cenderung meningkat di hari raya. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, Bank Indonesia jauh-jauh hari telah mengantisipasinya. Selaku satu-satunya institusi negara yang mendapat mandat Undang-Undang untuk mengeluarkan, mengedarkan dan menarik uang serta memusnahkannya, Direktorat Pengedaran Uang (DPU) Bank Indonesia membuat Rencana Kebutuhan Uang (RKU). RKU inilah yang menjadi dasar untuk bahan pertimbangan Dewan Gubernur RI untuk mengambil keputusan dalam menerbitkan dan mencetak uang. Kepala Biro Direktorat Pengedaran Uang BI, Eko Yulianto mengungkapkan bahwa salah satu aspek yang dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan RKU adalah inflow dan outflow. Aspek tersebut merupakan cermin pergerakan permintaan akan uang kartal yang dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi daerah, angka inflasi, perbandingan jumlah kredit dan dana pihak ketiga di perbankan, faktor musiman hingga sosial budaya [2]. Pada penelitian kali ini, akan dilakukan kajian penelitian mengenai peramalan inflow dan outflow uang kartal harian menggunakan metode Regresi *Time Series* dan ARIMAX Variasi Kalender untuk mengetahui kebutuhan uang yang beredar per hari di masyarakat khususnya di Jakarta periode 2015.

Berbagai penelitian terdahulu mengenai pengedaran uang kartal maupun kaitannya dengan metode, diantaranya adalah Anvari [3] melakukan penelitian yang berjudul *Forecasting Daily Outflows from a Bank Account* yaitu peramalan jumlah total dolar cek disajikan untuk pembayaran terhadap rekening bank perusahaan. Penelitian Lee, Suhartono, & Hamzah [4] menunjukkan bahwa model Regresi *Time Series* menghasilkan hasil ramalan lebih baik dibandingkan metode dekomposisi, model ARIMA, dan *Neural Networks* untuk meramalkan penjualan baju muslim untuk anak-anak di Indonesia. Lee, Suhartono & Hamzah [5] juga meramalkan penjualan baju muslim untuk anak-anak di Indonesia yang dipengaruhi oleh hari raya Idul Fitri dengan metode ARIMAX paling sesuai. Model terbaik untuk meramalkan *netflow* uang kartal berdasarkan nilai MAPE terkecil adalah model gabungan antara ARIMAX berbasis variasi kalender dan model ARDL berbasis fungsi transfer telah dilakukan oleh Karomah [6]. Rukini & Suhartono [7] melakukan penelitian yang menghasilkan bahwa model intervensi adalah model terbaik dengan nilai AIC dan SBC terkecil serta hasil deteksi GARCH dengan uji *Lagrange Multiplier* tidak ditemukan adanya unsur heteroskedastisitas pada model ARIMAX. Ditago, Suhartono, & Suhartono [8] telah meramalkan konsumsi energi listrik di Jawa Timur menggunakan metode ARIMAX dan fungsi

transfer. Wulansari [9] meramalkan *netflow* uang kartal yang menghasilkan bahwa model ARIMAX dengan efek variasi kalender merupakan model peramalan *netflow* uang kartal terbaik dibanding hasil model ARIMAX berbasis fungsi transfer dan *Radial Basis Function Networks* (RBFN). Rahmadian & Warjiyo [10] melakukan penelitian yang berjudul Mengukur *Time Inconsistency* Kebijakan Moneter di Indonesia menggunakan pendekatan ARIMA dan GARCH yang menghasilkan bahwa nilai *conditional mean output gap* diestimasi menggunakan *fitted value* ARMA (1,1) dan *conditional variance output gap* ditaksir dengan GARCH (1,1).

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Regresi Time Series

Regresi dalam konteks *time series* berhubungan dengan variabel dependen Y_t yang tergantung dengan fungsi waktu (t). Model tersebut dapat didefinisikan dengan

$$Y_t = TR_t + a_t \quad (1)$$

dimana Y_t merupakan variabel dependen pada waktu ke- t , TR_t adalah tren pada waktu ke- t , dan a_t adalah residual pada waktu ke- t yang diasumsikan i.i.d. $N(0, \sigma_a^2)$ untuk $t = 1, 2, \dots, n$. Model regresi *time series* dengan menambahkan variabel faktor musiman (SN) dalam regresi seperti yang dituliskan dalam persamaan

$$Y_t = TR_t + SN_t + a_t \quad (2)$$

dimana SN_t merupakan musiman ke- t [11].

B. Model ARIMA

Secara umum model ARIMA dituliskan dengan notasi ARIMA (p, d, q) dengan [12]

$$\phi_p(B)(1-B)^d Y_t = \theta_q(B) a_t \quad (3)$$

Apabila model ARIMA mempunyai pola musiman (*seasonal*), model yang dibentuk secara umum adalah

$$\phi_p(B)\Phi_p(B^S)(1-B)^d(1-B^S)^D Y_t = \theta_q(B)\Theta_Q(B^S) a_t \quad (4)$$

dengan

$$\phi_p(B) = (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p)$$

$$\theta_q(B) = (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q)$$

$$\Phi_p(B^S) = (1 - \Phi_1 B^S - \Phi_2 B^{2S} - \dots - \Phi_p B^{pS})$$

$$\Theta_Q(B^S) = (1 - \Theta_1 B^S - \Theta_2 B^{2S} - \dots - \Theta_Q B^{QS})$$

$$\phi_p = \text{parameter orde AR non-musiman ke-}p$$

$$\theta_q = \text{parameter orde MA non-musiman ke-}q$$

$$\Phi_p = \text{parameter orde AR musiman ke-}P$$

$$\Theta_Q = \text{parameter orde MA musiman ke-}Q$$

$$B = \text{operator backshift}$$

$$S = \text{periode musiman}$$

$$d = \text{orde differencing non-musiman}$$

$$D = \text{orde differencing musiman}$$

$$a_t = \text{residual pada waktu ke-}t.$$

C. Peramalan

Menurut Wei [12], proses peramalan suatu pengamatan *time series* dilakukan dengan meminimumkan *mean square*

error (MSE). Untuk peramalan suatu model ARIMA pada waktu $t = n + l$ dapat didefinisikan sebagai

$$Y_{n+l} = \sum_{j=1}^{\infty} \psi_j a_{n+l-j} \quad (5)$$

D. Model ARIMAX untuk Variasi Kalender

Model ARIMAX adalah model ARIMA dengan penambahan variabel prediktor, yaitu variabel *dummy* yang menyatakan pengaruh variasi kalender [5]. Secara umum, model ARIMAX dengan tren deterministik dirumuskan dengan

$$Y_t = \phi TR + \beta_1 I_{1,t} + \beta_2 I_{2,t} + \dots + \beta_p I_{p,t} + \gamma_1 S_{1,t} + \gamma_2 S_{2,t} + \dots + \gamma_s S_{s,t} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)} a_t \quad (6)$$

Sedangkan model ARIMAX dengan tren stokastik yaitu

$$Y_t = \beta_1 I_{1,t} + \beta_2 I_{2,t} + \dots + \beta_p I_{p,t} + \gamma_1 S_{1,t} + \gamma_2 S_{2,t} + \dots + \gamma_s S_{s,t} + \frac{\theta_q(B)}{\phi_p(B)(1-B)^d} a_t \quad (7)$$

dengan

$$I_{1,t}, I_{2,t}, \dots, I_{p,t} = \text{variabel dummy hari raya Idul Fitri}$$

$$\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p = \text{parameter variabel dummy Idul Fitri}$$

$$S_{1,t}, S_{2,t}, \dots, S_{s,t} = \text{variabel dummy pola musiman}$$

$$\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_s = \text{parameter variabel dummy musiman}$$

$$\phi TR = \text{variabel yang menyatakan tren}$$

$$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p \quad (0.1)$$

$$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$$

$$(1-B)^d = \text{operator differencing orde } d$$

$$a_t = \text{residual pada waktu ke-}t.$$

E. Deteksi Outlier

Deteksi *outlier* pada data *time series* pertama kali dipelajari Fox (1972) dalam Wei [12], dimana dikenalkan dua model yaitu *additive* dan *innovational*. Sebuah model *additive outlier* (AO) didefinisikan sebagai berikut

$$Y_t = \begin{cases} Y_t^*, & t \neq T \\ Y_t^* + \omega, & t = T \end{cases} = Y_t^* + \omega I_t^{(T)} = \frac{\theta(B)}{\phi(B)} a_t + \omega I_t^{(T)} \quad (8)$$

dengan

$$I_t^{(T)} = \begin{cases} 1, & t = T \\ 0, & t \neq T. \end{cases} \quad (9)$$

F. Pemilihan Model Terbaik

Dalam pemilihan model terbaik, dilakukan berdasarkan kriteria *out-sample* menggunakan *RMSE* (*Root Mean Square Error*) yang dirumuskan sebagai berikut [12]

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{l=1}^M (Y_{n+l} - \hat{Y}_n(l))^2} \quad (10)$$

dengan

M = banyaknya observasi *out-sample*

Y_{n+l} = nilai *out-sample* ke- l

$\hat{Y}_n(l)$ = nilai ramalan *out-sample* l tahap ke depan.

G. Peramalan Tanpa Uji Signifikan

Dalam Kostenko & Hyndman [13] menyebutkan bahwa pengujian signifikan statistik memiliki tujuan kecil yang berguna dalam peramalan bisnis, dan lainnya yang disukai. Pengujian signifikansi belum tentu dibutuhkan dalam peramalan bisnis, karena peramalan bisa digunakan tanpa melihat P_{value} dan tingkat α . Schmidt dan Hunter (1997) dalam Armstrong [14] juga memaparkan bahwa pengujian signifikansi statistik membawa bahaya ketika melakukan penelitian yang berkaitan dengan kemajuan pengetahuan ilmiah tentang peramalan. Pengujian signifikansi statistik juga berbahaya dalam studi simulasi seperti yang dipaparkan oleh Goodwin dan Lawton (2003) dalam Armstrong [14] menemukan bahwa penggunaan uji signifikansi membahayakan akurasi dalam perbandingan dengan aturan bahwa seseorang harus memperbaiki semua peramalan untuk menghapus bias sistematis.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data *inflow* dan *outflow* uang kartal di Kantor Pusat Bank Indonesia periode 2012 hingga 2014. Data diperoleh dari Departemen Perencanaan dan Peredaran Uang Bank Indonesia. Pada proses analisis, data akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data *in-sample* dan *out-sample*. Data *in-sample* digunakan untuk pemodelan yakni data tahun 2012, 2013, dan 2014. Sedangkan data *out-sample* digunakan untuk peramalan yaitu data tahun 2013, 2014, dan 2015.

B. Variabel Penelitian

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *inflow* ($Y_{1,t}$) dan *outflow* ($Y_{2,t}$) di Kantor Pusat BI pada hari ke- t (dalam miliar rupiah). Selain itu, juga terdapat variabel *dummy* yang diuraikan sebagai berikut

1. Dummy hari dinyatakan dengan

$$D_{1,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke-}t \text{ adalah hari Senin} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

\vdots

$$D_{5,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke-}t \text{ adalah hari Jum'at} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

2. Dummy minggu dinyatakan dengan

$$W_{1,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke-}t \text{ adalah Minggu ke-I} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

\vdots

$$W_{5,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke-}t \text{ adalah Minggu ke-IV} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

3. Dummy bulan dinyatakan dengan

$$M_{1,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke-}t \text{ adalah Januari} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

\vdots

$$M_{5,t} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke-}t \text{ adalah Desember} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

4. Dummy lebaran untuk *inflow*

$$I_{t+1} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke } t+1 \text{ adalah 1 hari setelah Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

\vdots

$$I_{t+i} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke } t+i \text{ adalah } i \text{ hari setelah Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

5. Dummy lebaran untuk *outflow*

$$I_{t-1} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke } t-1 \text{ adalah 1 hari sebelum Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

\vdots

$$I_{t-i} = \begin{cases} 1, & \text{jika hari ke } t-i \text{ adalah } i \text{ hari sebelum Idul Fitri} \\ 0, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

C. Langkah Analisis

Langkah analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mendeskripsikan karakteristik dari data arus uang harian (*inflow* dan *outflow*).
2. Meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal menggunakan metode Regresi *Time Series*.
3. Meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal menggunakan metode ARIMAX variasi kalender dengan *Multi Input*, yakni *dummy* hari, *dummy* minggu, *dummy* bulan, dan *dummy* lebaran.
4. Meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal menggunakan metode ARIMAX dengan *Single Input*, yakni *dummy* lebaran.
5. Mendapatkan hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal periode 2015 berdasarkan model terbaik kriteria *outsample RMSE* terkecil.

IV. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Statistika Deskriptif Inflow dan Outflow Uang Kartal

Karakteristik *inflow* dan *outflow* uang kartal harian di Kantor Pusat Bank Indonesia (KPBI) pada tahun 2012 hingga 2014 diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistika Deskriptif *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di KPBI Berdasarkan Tahun

Variabel	Tahun	n	Mean	StDev
<i>Inflow</i>	2012	246	314,80	297,50
	2013	246	345,20	440,50
	2014	243	379,00	444,40
<i>Outflow</i>	2012	246	580,70	862,60
	2013	246	611,50	859,80
	2014	243	626,70	903,70

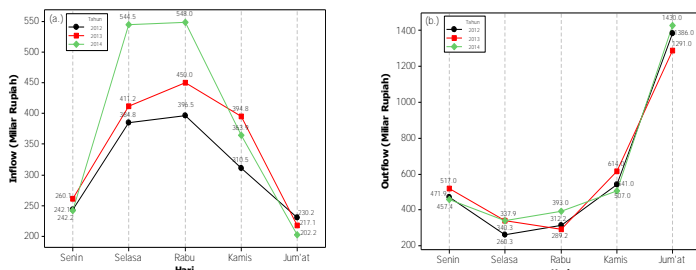
Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata dan nilai standar deviasi *inflow* tertinggi terjadi pada tahun 2014 masing-masing sebesar 379,00 miliar rupiah dan 444,40 miliar rupiah. Pada *outflow*, rata-rata dan nilai standar deviasi tertinggi juga terjadi pada tahun 2014 yang masing-masing sebesar 626,70 miliar rupiah dan 903,70 miliar rupiah.

Karakteristik *inflow* dan *outflow* uang kartal harian di KPBI per hari periode 2012 hingga 2014 ditampilkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Statistika Deskriptif *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di KPBI per Hari di Setiap Tahun

Variabel	Hari	2012		2013		2014	
		Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev
Inflow	Senin	242,2	363,8	260,1	315,7	242,1	308,3
	Selasa	384,8	224,6	411,2	407,7	544,5	538,2
	Rabu	396,5	274,2	450,0	502,1	548,0	528,7
	Kamis	310,5	179,7	394,8	500,9	363,9	396,4
	Jum'at	230,2	375,7	217,1	423,4	202,2	277,1
Variabel	Hari	2012		2013		2014	
		Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev
Outflow	Senin	471,9	584,4	517,0	629,5	457,4	573,9
	Selasa	260,3	434,4	337,9	606,1	340,3	656,0
	Rabu	312,2	521,8	289,2	585,6	393,0	787,0
	Kamis	541,0	752,0	614,0	1029,0	507,0	781,0
	Jum'at	1386,0	1300,0	1291,0	971,0	1430,0	1148,0

Dari Tabel 2 dapat dijelaskan bahwa *inflow* uang kartal di KPBI cenderung meningkat pada hari Selasa dan Rabu. Sedangkan *outflow* uang kartal cenderung meningkat pada hari Kamis dan Jum'at. Secara grafik dapat dilihat pada Gambar 1.



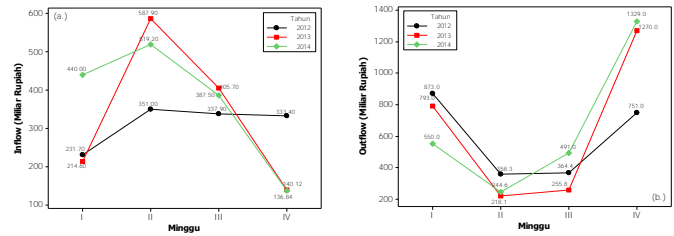
Gambar 1. Diagram Garis *Inflow* (a.) dan *Outflow* (b.) Uang Kartal di KPBI per Hari di Setiap Tahun

Hasil statistika deskriptif *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPBI per minggu di setiap tahun disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Statistika Deskriptif *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di KPBI per Minggu di Setiap Tahun

Variabel	Minggu	2012		2013		2014	
		Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev
Inflow	I	231,7	172,8	214,6	227,9	440,0	685,1
	II	351,0	195,4	587,9	611,0	519,2	399,9
	III	337,9	224,9	405,7	455,4	387,5	306,3
	IV	333,4	482,1	140,1	63,6	136,8	50,3
Outflow	I	873,0	1109,0	793,0	924,0	550,0	766,0
	II	358,3	636,5	218,1	352,9	244,6	426,1
	III	364,4	654,1	255,8	449,5	491,0	920,0
	IV	751,0	880,0	1270,0	1076,0	1329,0	1058,0

Tabel 3 menunjukkan bahwa kecenderungan rata-rata *inflow* uang kartal meningkat pada Minggu kedua, sedangkan *outflow* cenderung meningkat pada Minggu pertama dan keempat. Jika dilihat secara grafik, disajikan pada Gambar 2.



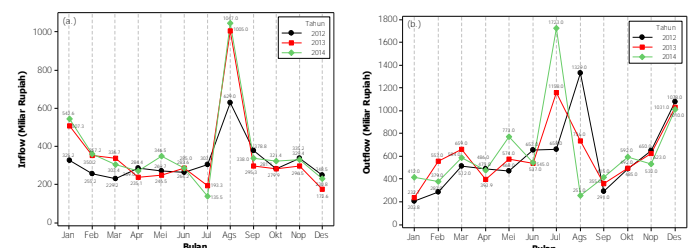
Gambar 2. Diagram Garis *Inflow* (a.) dan *Outflow* (b.) Uang Kartal di KPBI per Minggu di Setiap Tahun

Hasil statistika deskriptif *inflow* dan *outflow* uang kartal berdasarkan bulan di setiap tahun ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Statistika Deskriptif *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di KPBI per Bulan di Setiap Tahun

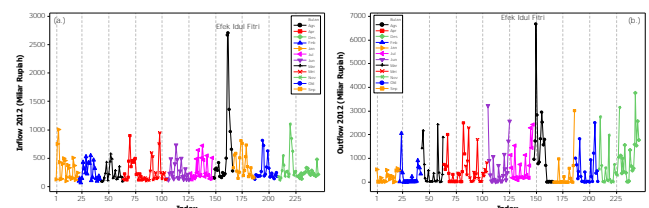
Variabel	Bulan	2012		2013		2014	
		Mean	StDev	Mean	StDev	Mean	StDev
Inflow	Jan	325,2	234,8	507,3	364,2	542,6	415,9
	Feb	255,2	154,8	350,2	227,8	357,2	312,9
	Mar	229,2	145,2	336,7	202,0	303,4	339,9
	Apr	284,4	200,2	235,1	157,7	269,0	197,3
	Mei	269,7	234,6	246,5	247,8	346,5	299,2
	Jun	264,2	166,6	285,0	291,9	283,6	227,8
	Jul	303,5	187,6	193,3	206,9	135,5	87,9
	Agst	629,0	785,0	1005,0	1139,0	1047,0	924,0
	Sep	378,8	217,0	295,3	255,6	338,0	315,2
	Okt	279,9	189,1	281,1	257,0	321,4	334,9
	Nop	335,2	257,1	296,5	306,5	329,4	361,0
	Des	248,5	76,9	172,6	161,0	230,8	201,4
Outflow	Jan	203,8	202,0	232,7	401,7	412,0	870,0
	Feb	283,0	486,0	553,0	682,0	379,0	722,0
	Mar	512,0	775,0	659,0	923,0	584,0	866,0
	Apr	486,0	686,0	393,9	443,7	475,0	642,0
	Mei	468,0	590,0	574,0	688,0	773,0	988,0
	Jun	653,0	886,0	537,0	717,0	545,0	768,0
	Jul	658,0	713,0	1158,0	1146,0	1723,0	1046,0
	Agst	1329,0	1646,0	736,0	1347,0	253,0	558,0
	Sep	291,0	701,0	355,0	681,0	415,0	610,0
	Okt	485,0	659,0	492,0	721,0	592,0	973,0
	Nop	650,0	929,0	623,0	868,0	532,0	876,0
	Des	1078,0	975,0	1031,0	1010,0	1010,0	1099,0

Tabel 4 menjelaskan bahwa rata-rata *inflow* uang kartal meningkat di bulan Agustus pada setiap tahun periode 2012 hingga 2014, sedangkan rata-rata *outflow* uang kartal meningkat di bulan Juli tahun 2013 dan 2014 serta bulan Agustus tahun 2012. Secara grafik ditampilkan pada Gambar 3.

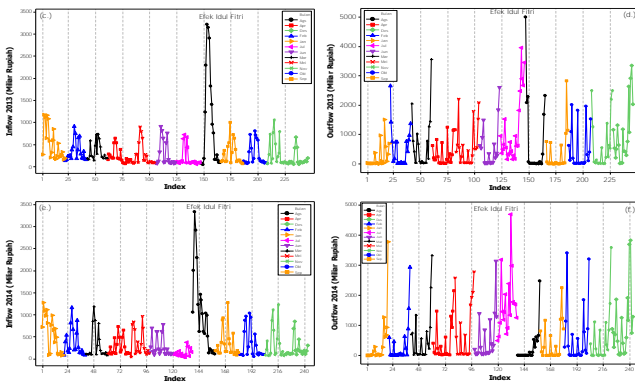


Gambar 3. Diagram Garis *Inflow* (a.) dan *Outflow* (b.) Uang Kartal di KPBI per Bulan di Setiap Tahun

Berikut ini *time series plot* dari *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPBI periode 2012 hingga 2014 ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 4. Time Series Plot *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal di KPBI Tahun 2012- 2014



Gambar 4. Time Series Plot Inflow dan Outflow Uang Kartal di KPBI Tahun 2012- 2014 (Lanjutan)

Berdasarkan *time series plot* pada Gambar 4 menggambarkan pola yang berulang (variasi musiman) yang ditunjukkan dengan meningkatnya *inflow* dan *outflow* uang kartal di setiap bulan. Selain itu, juga terlihat perubahan pola yang meningkat drastis di bulan tertentu, yakni pada bulan Juli dan Agustus diduga karena adanya efek hari raya Idul Fitri. Pola *inflow* uang kartal yang melonjak tinggi diduga terjadi setelah hari raya Idul Fitri, sedangkan *outflow* terjadi sebelum hari raya Idul Fitri.

B. Peramalan Inflow dan Outflow Uang Kartal dengan Metode Regresi Time Series

Pemodelan regresi *time series* pada *inflow* dan *outflow* uang kartal di Kantor Pusat Bank Indonesia tahun 2012 hingga 2014 dibentuk sebanyak tiga model di setiap tahun. Model pertama tanpa memperhatikan parameter signifikan dan asumsi residual *white noise* dan distribusi normal terpenuhi, model kedua asumsi residual *white noise* dan distribusi normal harus terpenuhi, dan model ketiga parameter harus signifikan dan harus memenuhi asumsi *white noise* dan berdistribusi normal.

Hasil pemodelan data *inflow* uang kartal di KPBI tahun 2012 dijelaskan bahwa pada model 1 diperoleh parameter dalam model belum signifikan, residual belum *white noise* dan belum berdistribusi normal pada persamaan (11)

$$Y_{1,t} = 63,42D_{1,t} + 240,49D_{2,t} + 263,49D_{3,t} + 182,97D_{4,t} + 51,60D_{5,t} + 25,69W_{1,t} + 155,26W_{2,t} + 132,72W_{3,t} + 86,29M_{1,t} + 1,47M_{2,t} - 14,37M_{3,t} + 39,69M_{4,t} + 19,69M_{5,t} + 26,95M_{6,t} + 66,52M_{7,t} - 28,43M_{8,t} + 188,54M_{9,t} + 26,30M_{10,t} + 96,44M_{11,t} - 56,60I_{1,t} + 208,40I_{2,t} + 2635,80I_{3,t} + 2663,40I_{4,t} + 1143,10I_{5,t} + 730,0I_{6,t} + 503,9I_{7,t} + 256,2I_{8,t} + 126,8I_{9,t} + 172,1I_{10,t} + 177,6I_{11,t} - 47,3I_{12,t} + u_t. \quad (11)$$

Pada model 2, didapatkan parameter model belum signifikan, residual *white noise*, namun varians residual tidak homogen, dan belum berdistribusi normal ditunjukkan pada persamaan (12)

$$Y_{1,t} = 40,66D_{1,t} + 178,01D_{2,t} + 59,43D_{3,t} + 96,68D_{4,t} + 109,86W_{1,t} + 171,29W_{2,t} + 173,20W_{3,t} + 137,99W_{4,t} - 5,94M_{2,t} - 37,56M_{3,t} - 3,34M_{4,t} - 65,93M_{5,t} - 37,72M_{6,t} + 8,99M_{7,t} - 8,60M_{8,t} + 25,02M_{9,t} - 44,06M_{10,t} - 3,64M_{11,t} - 27,05I_{1,t} + 205,93I_{2,t} + 2443,75I_{3,t} + 2011,00I_{4,t} + 477,80I_{5,t} + 465,30I_{6,t} + 230,10I_{7,t} + 18,33I_{8,t} + 52,10I_{9,t} + 457,40I_{10,t} + 421,40I_{11,t} + 73,40I_{12,t} + 0,19Y_{1,t-1} - 0,11Y_{1,t-6} + 0,02Y_{1,t-2} + 590,69O_{1,t}^{(194)} + 751,27O_{1,t}^{(220)} + 485,14O_{1,t}^{(97)} + 640,72O_{1,t}^{(96)} + 588,45O_{1,t}^{(70)} + 0,01Y_{1,t-24} + 509,86O_{1,t}^{(174)} + 479,39O_{1,t}^{(113)} + 0,01Y_{1,t-5} - 0,02Y_{1,t-9} + 322,0O_{1,t}^{(29)} + 326,28O_{1,t}^{(134)} + 421,83O_{1,t}^{(138)} + 396,89O_{1,t}^{(90)} + 380,73O_{1,t}^{(199)} + 415,60O_{1,t}^{(179)} + 360,74O_{1,t}^{(175)} + 355,35O_{1,t}^{(195)} + 420,54O_{1,t}^{(221)} + 349,51O_{1,t}^{(213)} + 335,37O_{1,t}^{(108)} + 309,25O_{1,t}^{(52)} + 290,35O_{1,t}^{(118)} + a_t. \quad (12)$$

Sedangkan model 3 diperoleh bahwa parameter dalam model telah signifikan, residual belum *white noise*, varians

residual tidak homogen, dan belum berdistribusi normal walaupun sudah diatasi dengan memasukkan data *outlier* yang ditampilkan pada persamaan (13)

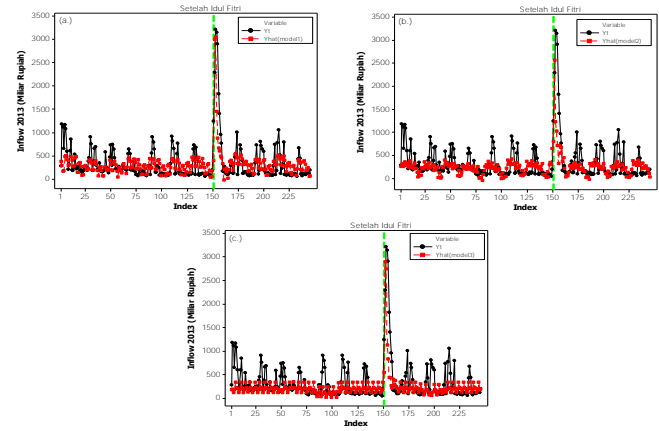
$$Y_{1,t} = 137,52D_{1,t} + 272,46D_{2,t} + 101,22D_{3,t} + 120,44D_{4,t} + 49,82D_{5,t} - 62,07M_{5,t} - 32,03M_{10,t} + 290,22I_{2,t} + 2426,38I_{3,t} + 1580,27I_{4,t} + 364,04I_{6,t} + 278,77I_{11,t} + 0,36Y_{1,t-1} + 645,98O_{1,t}^{(194)} + 750,13O_{1,t}^{(220)} + 480,86O_{1,t}^{(97)} + 630,86O_{1,t}^{(98)} + 628,28O_{1,t}^{(70)} + 517,23O_{1,t}^{(174)} + 484,50O_{1,t}^{(113)} + 384,90O_{1,t}^{(29)} + 439,87O_{1,t}^{(134)} + 429,42O_{1,t}^{(138)} + 460,81O_{1,t}^{(90)} + 431,44O_{1,t}^{(199)} + 436,10O_{1,t}^{(179)} + 342,63O_{1,t}^{(175)} + 334,69O_{1,t}^{(195)} + 341,06O_{1,t}^{(221)} + 342,84O_{1,t}^{(213)} + 297,75O_{1,t}^{(108)} + 315,68O_{1,t}^{(52)} + 301,84O_{1,t}^{(118)} + 348,18O_{1,t}^{(177)} + 632,26O_{1,t}^{(33)} + 432,00O_{1,t}^{(2)} + 279,20O_{1,t}^{(72)} + 295,04O_{1,t}^{(245)} + 274,00O_{1,t}^{(33)} + 250,31O_{1,t}^{(8)} + 253,88O_{1,t}^{(91)} + 220,08O_{1,t}^{(48)} + 220,93O_{1,t}^{(75)} + a_t. \quad (13)$$

Berikut ini hasil pengujian asumsi residual untuk *inflow* uang kartal tahun 2012 pada model 3.

Tabel 5. Uji Asumsi Residual untuk *Inflow* Tahun 2013 pada Model 3

Uji Ljung-Box				Uji KS	
Sampai lag	Chi-Square	Derajat Bebas (df)	P _{value}	D	P _{value}
5	2,510	5	11,070	0,147	<0,010
20	15,200	20	31,410		
Uji Lagrange Multiplier					
Order	LM		P _{value}		
5	13,534		0,019		
10	16,973		0,075		

Dari pemodelan yang telah dilakukan, didapatkan hasil ramalan *inflow* uang kartal tahun 2013 dari setiap model yang ditampilkan pada Gambar 5 sebagai berikut



Gambar 5. Hasil Ramalan *Inflow* Uang Kartal di KPBI Tahun 2013 pada Model 1 (a), Model 2 (b), dan Model 3 (c.)

Hasil pemodelan *outflow* uang kartal di KPBI tahun 2012 untuk model 1 dapat dilihat pada persamaan (14)

$$Y_{2,t} = -9,57TR + 3697,00D_{1,t} + 3513,00D_{2,t} + 3586,00D_{3,t} + 3832,00D_{4,t} + 4561,00D_{5,t} - 242,50W_{1,t} - 715,30W_{2,t} - 462,10W_{3,t} - 3172,00M_{1,t} - 2833,00M_{2,t} - 2434,00M_{3,t} - 2212,00M_{4,t} - 2021,00M_{5,t} - 1699,00M_{6,t} - 1600,00M_{7,t} - 2217,00M_{8,t} - 1416,00M_{9,t} - 933,00M_{10,t} - 636,20M_{11,t} + 1116,80I_{1,t} + 2707,70I_{2,t} + 2539,50I_{3,t} + 3291,80I_{4,t} + 2846,70I_{5,t} + 2455,00I_{6,t} + 1701,30I_{7,t} + 1219,90I_{8,t} + 3085,90I_{9,t} + 6057,60I_{10,t} + 1825,00I_{11,t} + 1304,40I_{12,t} + 1970,80I_{13,t} + 799,70I_{14,t} - 768,90I_{15,t} - 98,40I_{16,t} - 373,40I_{17,t} + u_t. \quad (14)$$

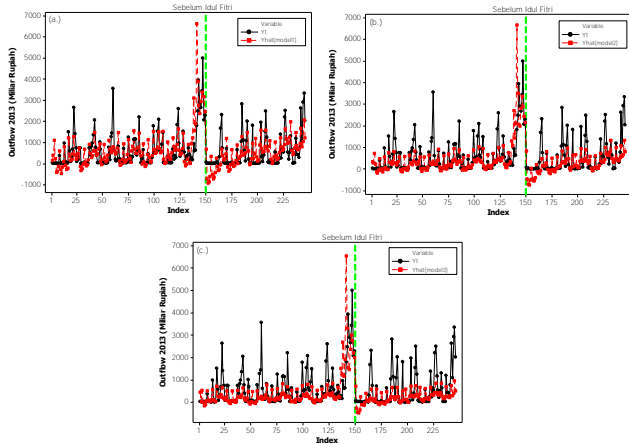
Sedangkan untuk model 2 diperlihatkan pada persamaan (15)

$$Y_{2,t} = 15,87TR - 3537,00D_{1,t} - 3538,00D_{2,t} - 3545,00D_{3,t} - 3396,00D_{4,t} - 2911,00D_{5,t} + 229,30W_{1,t} - 109,20W_{2,t} - 140,68W_{3,t} + 3398,00M_{1,t} + 3062,00M_{2,t} + 2764,00M_{3,t} + 2472,00M_{4,t} + 2119,00M_{5,t} + 1798,00M_{6,t} + 1552,00M_{7,t} + 632,00M_{8,t} + 608,40M_{9,t} + 413,10M_{10,t} + 26,10M_{11,t} + 743,30I_{1,t} + 1983,40I_{2,t} + 1533,00I_{3,t} + 2403,40I_{4,t} + 2523,50I_{5,t} + 2255,40I_{6,t} + 1262,60I_{7,t} + 415,40I_{8,t} + 1761,30I_{9,t} + 5967,60I_{10,t} + 1701,50I_{11,t} + 752,90I_{12,t} + 1715,00I_{13,t} + 580,20I_{14,t} + 1139,80I_{15,t} + 189,60I_{16,t} - 190,70I_{17,t} + 0,20Y_{2,t-1} + 0,04Y_{2,t-4} + 2277,40O_{2,t}^{(58)} + 2481,20O_{2,t}^{(243)} + 1980,10O_{2,t}^{(218)} + 2209,80O_{2,t}^{(105)} + 2092,40O_{2,t}^{(186)} + 1752,60O_{2,t}^{(95)} + 2045,20O_{2,t}^{(228)} + 1866,80O_{2,t}^{(205)} + 1832,60O_{2,t}^{(210)} + 1534,50O_{2,t}^{(67)} + 1573,90O_{2,t}^{(245)} + 1503,20O_{2,t}^{(82)} + 1193,00O_{2,t}^{(24)} + 1283,10O_{2,t}^{(87)} + 1246,70O_{2,t}^{(124)} + 1294,60O_{2,t}^{(125)} + 1021,00O_{2,t}^{(242)} + 1102,20O_{2,t}^{(43)} + 1105,70O_{2,t}^{(44)} + 971,10O_{2,t}^{(204)} + a_t. \quad (15)$$

Persamaan model 3 ditunjukkan pada persamaan 16

$$Y_{2,t} = 3,337R - 596,10D_{1,t} - 533,03D_{2,t} - 555,38D_{3,t} - 440,70D_{4,t} - 144,72W_{2,t} - 135,99W_{3,t} - 649,82M_{1,t} + 561,39M_{2,t} + 462,33M_{3,t} + 494,46M_{4,t} + 394,33M_{5,t} + 306,24M_{6,t} + 350,49M_{7,t} + 383,60I_{1,t} + 1593,00I_{2,t} + 1074,40I_{3,t} + 2139,60I_{4,t} + 2603,20I_{5,t} + 1798,10I_{6,t} + 882,60I_{7,t} + 1178,50I_{8,t} + 5872,30I_{9,t} + 1442,00I_{10,t} + 355,10I_{11,t} + 1718,20I_{12,t} + 582,80I_{13,t} + 1343,80I_{14,t} + 0,27Y_{2,t-1} + 2341,00O_{1,t}^{(58)} + 2734,50O_{1,t}^{(243)} + 1906,70O_{1,t}^{(218)} + 2361,40O_{1,t}^{(105)} + 2224,80O_{1,t}^{(186)} + 1686,20O_{1,t}^{(95)} + 2140,40O_{1,t}^{(228)} + 1883,20O_{1,t}^{(205)} + 2088,50O_{1,t}^{(210)} + 1559,20O_{1,t}^{(67)} + 1771,80O_{1,t}^{(245)} + 1621,60O_{1,t}^{(82)} + 1308,10O_{1,t}^{(24)} + 1551,60O_{1,t}^{(87)} + 1352,80O_{1,t}^{(124)} + 1455,10O_{1,t}^{(125)} + 1155,70O_{1,t}^{(242)} + 1173,70O_{1,t}^{(43)} + 1235,30O_{1,t}^{(44)} + 1063,80O_{1,t}^{(204)} + 1319,40O_{1,t}^{(63)} + 1281,70O_{1,t}^{(191)} + 920,00O_{1,t}^{(130)} + 606,50O_{1,t}^{(227)} + 597,50O_{1,t}^{(86)} + 774,00O_{1,t}^{(110)} + 794,60O_{1,t}^{(238)} + 894,80O_{1,t}^{(233)} + 674,70O_{1,t}^{(231)} + 567,20O_{1,t}^{(120)} + 0,08Y_{2,t-5} + a_t. \quad (16)$$

Berikut ini hasil ramalan *outflow* uang kartal tahun 2013 dari setiap model *outflow* 2012 yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Ramalan *Outflow* Uang Kartal di KPBI Tahun 2013 pada Model 1 (a.), Model 2 (b.), dan Model 3 (c.)

C. Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal dengan Metode ARIMAX Variasi Kalender Multi Input

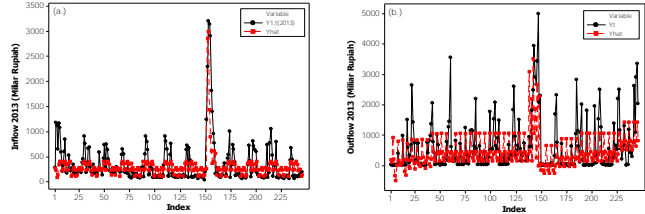
Pada pemodelan ARIMAX *Multi Input*, variabel yang digunakan diantaranya variabel *inflow* dan *outflow* sebagai variabel dependen dan variabel independen adalah variabel *dummy* hari, *dummy* minggu, *dummy* bulan, dan *dummy* efek Idul Fitri. Namun pada *outflow* ditambahkan dengan *dummy* tren. Persamaan (17) merupakan model ARIMAX *multi input* pada *inflow* uang kartal tahun 2012 dimana parameter signifikan dengan statistik uji $P_{value} < \alpha(10\%)$, residual *white noise*, varians residual homogen, dan belum memenuhi asumsi berdistribusi normal. Walaupun sudah diatasi dengan menambahkan data *outlier* sebanyak 11 data dan sampai dengan tidak terdapat data *outlier*.

$$Y_{1,t} = 134,56D_{1,t} + 251,76D_{2,t} + 287,85D_{3,t} + 235,85D_{4,t} + 112,98D_{5,t} + 121,53W_{2,t} + 114,25W_{3,t} + 2485,00I_{1,t} + 2590,00I_{14,t} + 1081,90I_{15,t} + 665,51I_{16,t} + 362,92I_{17,t} + 271,13I_{18,t} + 343,91I_{19,t} + 516,45O_{1,t}^{(220)} + 676,42O_{1,t}^{(3)} + 448,16O_{1,t}^{(70)} + 534,72O_{1,t}^{(2)} + 332,00O_{1,t}^{(29)} - 375,49O_{1,t}^{(133)} + 474,91O_{1,t}^{(98)} + 362,29O_{1,t}^{(97)} + 272,87O_{1,t}^{(179)} + 313,93O_{1,t}^{(149)} + 305,59O_{1,t}^{(142)} + (1+0,52B - 0,12B^5 + 0,16B^8)a_t. \quad (17)$$

Model ARIMAX *multi input* pada *outflow* uang kartal tahun 2012 ditunjukkan pada persamaan (18). Parameter dalam model telah signifikan dengan statistik uji $P_{value} < \alpha(10\%)$, residual *white noise*, varians residual homogen, dan belum memenuhi asumsi berdistribusi normal. Walaupun sudah diatasi sampai dengan tidak terdapat data *outlier*.

$$Y_{2,t} = 449,39D_{1,t} + 251,31D_{2,t} + 144,39D_{3,t} + 381,48D_{4,t} + 1054,60D_{5,t} - 295,47M_{1,t} - 197,70M_{2,t} - 400,12M_{3,t} - 174,65M_{4,t} + 378,09M_{12,t} + 1625,30I_{1,t} + 2529,00I_{14,t} + 1421,60I_{15,t} + 3139,90I_{16,t} + 1950,20I_{17,t} + 2033,80I_{18,t} + 1658,10O_{1,t}^{(53)} + 2315,40O_{1,t}^{(122)} + 1754,50O_{1,t}^{(103)} + 1574,90O_{1,t}^{(123)} + 1946,10O_{1,t}^{(48)} + 1170,60O_{1,t}^{(34)} + \frac{(1+0,29B^3 + 0,37B^4 + 0,32B^5)}{(1-0,48B^{10})}a_t. \quad (18)$$

Dari model yang terbentuk, didapatkan hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPBI tahun 2013 dengan metode ARIMAX *Multi Input* ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Ramalan *Inflow* (a.) dan *Outflow* (b.) Uang Kartal di KPBI Tahun 2013 dengan Metode ARIMAX *Multi Input*

D. Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal dengan Metode ARIMAX Variasi Kalender Single Input

Dalam pemodelan ARIMAX *Single Input*, variabel yang digunakan adalah variabel *inflow* dan *outflow* sebagai variabel dependen, serta efek Idul Fitri sebagai variabel independen. Tahap awal dalam pemodelan ini yaitu mengidentifikasi model dengan menggunakan *time series plot* yang dapat dilihat pada Gambar 4.4. Pada gambar tersebut, menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam *mean* karena rata-ratanya tidak konstan sehingga perlu dilakukan *differencing*. Dalam kasus ini, dilakukan *differencing* 5 dan 20 karena nilai *mean* dari *inflow* di setiap tahun per hari dan per minggu tidak sama yang diperlihatkan pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.

Sebelum dilakukan *differencing*, akan dilihat terlebih dahulu kestasioneran data dalam varians menggunakan *Box-Cox plot* yang diperoleh *rounded value* (λ) belum melewati 1, yaitu sebesar -0,50. Hal ini menunjukkan bahwa data belum stasioner dalam varians sehingga perlu dilakukan transformasi menggunakan $(Y_t)^{-1/2}$. Selanjutnya, melakukan estimasi parameter dan pengujian signifikansi parameter sehingga semua parameter signifikan dan diperoleh model ARIMAX([13],0,1)(0,1,1)⁵(0,1,1)²⁰ yang secara matematis dituliskan pada persamaan (19).

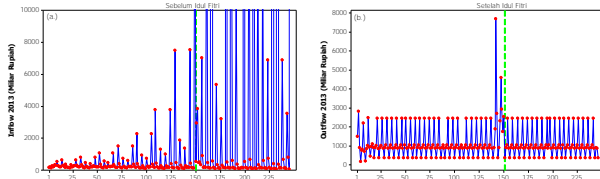
$$Y_{1,t}^* = -0,040I_{1,t} + 0,040I_{1,t+1} + 0,045I_{1,t+2} + 0,045I_{1,t+3} + 0,034I_{1,t+4} + 0,026I_{1,t+5} + \frac{(1+0,397B)(1-0,662B^5)(1-0,637B^{20})}{(1+0,298B^{13})(1-B^5)(1-B^{20})}a_t. \quad (19)$$

Model tersebut telah memenuhi asumsi residual *white noise*, identik, dan berdistribusi normal.

Hasil pemodelan ARIMAX *Single Input* pada *outflow* uang kartal tahun 2012 ditampilkan pada persamaan (20). Parameter dalam model tersebut telah signifikan, asumsi residual *white noise* dan identik terpenuhi. Namun, residual belum berdistribusi normal walaupun sudah diatasi dengan memasukkan semua data *outlier*. Sehingga model yang terbentuk adalah ARIMAX([2,7],0,1)(0,1,1)⁵.

$$\begin{aligned}
Y_{2,t} = & 870,13I_t - 5245,50I_{t-1} - 1848,40I_{t-2} - 1283,40I_{t-5} - 2151,70 - \\
& 2051,10I_{t-7} - 1367,70I_{t-8} - 1632,10I_{t-9} - 742,96I_{t-10} + 2165,60O_{t-58} + \\
& 1620,50O_{t-186} + 1286,90O_{t-105} + 1528,10O_{t-210} + 1823,90O_{t-205} + \\
& 1394,00O_{t-63} + 1430,10O_{t-147} + 867,39O_{t-24} + 979,12O_{t-95} + 1087,80O_{t-218} + \\
& 1551,60O_{t-82} + 1340,50O_{t-87} + 1095,50O_{t-67} + 1614,70O_{t-245} + 960,83O_{t-191} + \\
& 909,66O_{t-171} + 849,53O_{t-130} + \frac{(1 + 1,00B)(1 - 0,600B^2)}{(1 - 0,270B^2 + 0,212B^7)(1 - B^5)} a_t.
\end{aligned} \quad (20)$$

Hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPBI tahun 2013 dengan metode ARIMAX *Single Input* yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Ramalan *Inflow* (a.) dan *Outflow* (b.) Uang Kartal di KPBI Tahun 2013 dengan Metode ARIMAX *Single Input*

E. Pemilihan Model Terbaik dan Peramalan *Inflow* dan *Outflow* Uang Kartal

Pemilihan model terbaik dipilih berdasarkan kriteria *out-sample* yakni nilai *RMSE* terkecil yang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Kriteria Keabakan Model

Tahun	Metode	<i>Inflow</i>		<i>Outflow</i>	
		<i>In-Sample</i>	<i>Out-Sample</i>	<i>In-Sample</i>	<i>Out-Sample</i>
2012	RTS Model 1	157,610	289,721	539,907	1059,430
	RTS Model 2	85,076	212,677	247,024	826,022
	RTS Model 3	78,823	263,524	192,777	726,107
	ARIMAX-1	113,859	307,355	327,57	767,806
	ARIMAX-2	552,315	264644,229	366,394	1230,404
2013	RTS Model 1	201,040	257,434	487,336	1005,315
	RTS Model 2	110,327	559,647	277,025	809,462
	RTS Model 3	101,961	569,660	234,521	725,460
	ARIMAX-1	152,733	283,440	322,364	981,061
	ARIMAX-2	558,592	582,638	545,126	3381,184

Keterangan: RTS = Regresi *Time Series*

ARIMAX-1 = ARIMAX Variasi Kalender *Multi Input*

ARIMAX-2 = ARIMAX Variasi Kalender *Single Input*

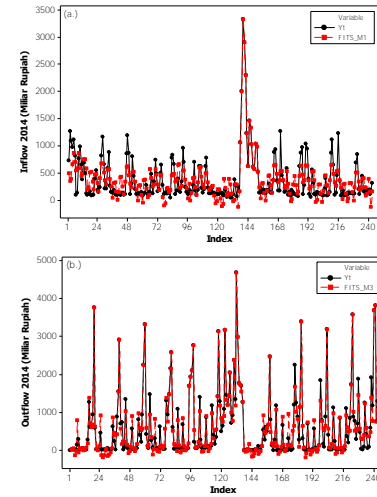
Dari Tabel 6 dapat disimpulkan bahwa model 1 dari Regresi *Time Series* merupakan model terbaik untuk meramalkan *inflow* uang kartal periode 2015, sedangkan model 3 dari Regresi *Time Series* baik untuk meramalkan *outflow* uang kartal periode 2015. Peramalan *inflow* uang kartal tahun 2015 menggunakan model 1 regresi *time series* pada *inflow* uang kartal tahun 2014 dalam persamaan (21)

$$\begin{aligned}
Y_{1,t} = & -121,30D_{1,t} + 151,93D_{2,t} + 159,45D_{3,t} - 13,36D_{4,t} - 160,00D_{5,t} + \\
& 154,93W_{1,t} + 352,14W_{2,t} + 242,75W_{3,t} + 355,62M_{1,t} + 166,35M_{2,t} + \\
& 112,60M_{3,t} + 62,62M_{4,t} + 145,45M_{5,t} + 96,10M_{6,t} - 111,99M_{7,t} + \\
& 147,30M_{8,t} + 136,08M_{9,t} + 130,16M_{10,t} + 138,62M_{11,t} + \\
& 433,40I_{t+1} + 433,40I_{t+1} + 917,70I_{t+2} + 1825,50I_{t+3} + 2880,70I_{t+4} + \\
& 2452,50I_{t+5} + 2008,50I_{t+6} + 892,70I_{t+7} + 239,90I_{t+8} + \\
& 813,10I_{t+9} + 671,70I_{t+10} + 541,20I_{t+11} + 276,30I_{t+12} + \\
& 300,20I_{t+13} + 495,00I_{t+14} + 440,40I_{t+15} + 139,50I_{t+16} + u_t.
\end{aligned} \quad (21)$$

Sedangkan untuk meramalkan *outflow* uang kartal tahun 2015 menggunakan model 3 regresi *time series* pada *outflow* uang kartal tahun 2014 seperti persamaan (22)

$$\begin{aligned}
Y_{2,t} = & 28,83I_t - 6572,50D_{1,t} - 6580,30D_{2,t} - 6546,80D_{3,t} - 6455,70D_{4,t} - \\
& 5677,60D_{5,t} - 260,73W_{1,t} - 343,57W_{2,t} + 6491,90M_{1,t} + \\
& 5781,20M_{2,t} + 5307,20M_{3,t} + 4652,90M_{4,t} + 4034,50M_{5,t} + \\
& 3431,50M_{6,t} + 3434,80M_{7,t} + 2084,10M_{8,t} + 1552,40M_{9,t} + \\
& 819,00M_{10,t} + 221,50M_{11,t} + 616,80I_{t-2} + 510,00I_{t-3} + 1422,00I_{t-4} + \\
& 2894,80I_{t-5} + 1600,20I_{t-7} + 289,90I_{t-10} + 538,70I_{t-11} + 432,10I_{t-12} + \\
& 1379,10I_{t-14} + 0,19I_{t-2,t-1} + 3044,40O_{t-240} + 2921,90O_{t-20} + \\
& 2329,20O_{t-183} + 2278,80O_{t-241} - 874,80O_{t-242} + 1851,80O_{t-223} + \\
& 1597,20O_{t-203} + 1045,10O_{t-182} + 1436,80O_{t-59} + 1414,20O_{t-118} - \\
& 1058,50O_{t-138} + 1448,30O_{t-60} + 1273,30O_{t-81} + 1284,40O_{t-40} + \\
& 1281,60O_{t-80} + 955,70O_{t-158} + 1146,30O_{t-96} + 1183,60O_{t-97} + \\
& 974,90O_{t-222} + 898,50O_{t-98} - 1086,30O_{t-137} + 849,50O_{t-39} + \\
& 694,40O_{t-95} - 893,00O_{t-2} - 802,30O_{t-11} + 779,10O_{t-79} - \\
& 842,60O_{t-148} - 759,50O_{t-30} + 708,60O_{t-117} - 700,60O_{t-143} + a_t.
\end{aligned} \quad (22)$$

Berikut ini adalah *time series plot* antara data aktual *inflow* dan *outflow* 2014 dengan data hasil ramalan *insample* 2014 dari model terbaik yang ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. *Time Series Plot* Data Aktual dengan Hasil Ramalan *Insample* untuk *Inflow* (a.) dan *Outflow* (b.) Uang Kartal Periode 2014

Berikut ini hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPBI periode 2015 yang dapat dilihat pada Tabel 7 dan Tabel 8.

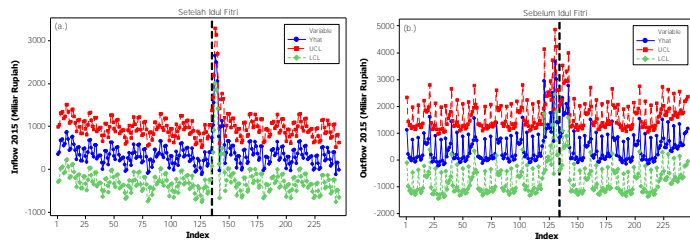
Tabel 7. Hasil Ramalan *Inflow* Uang Kartal Periode 2015

Tanggal	Hari	<i>Inflow</i> (Miliar Rupiah)	Batas Atas (UCL)	Batas Bawah (LCL)
2-Jan-2015	Jum'at	350,550	991,757	-290,657
5-Jan-2015	Senin	389,250	1030,457	-251,957
6-Jan-2015	Selasa	662,480	1303,687	21,273
7-Jan-2015	Rabu	670,000	1311,207	28,793
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28-Dec-2015	Senin	-121,300	519,907	-762,507
29-Dec-2015	Selasa	151,930	793,137	-489,277
30-Dec-2015	Rabu	159,450	800,657	-481,757
31-Dec-2015	Kamis	-13,260	627,947	-654,467

Tabel 8. Hasil Ramalan *Outflow* Uang Kartal Periode 2015

Tanggal	Hari	<i>Inflow</i> (Miliar Rupiah)	Batas Atas (UCL)	Batas Bawah (LCL)
2-Jan-2015	Jum'at	1117,999004553	2328,379	-92,380
5-Jan-2015	Senin	219,658229681	1430,038	-990,721
6-Jan-2015	Selasa	68,940456933	1279,320	-1141,439
7-Jan-2015	Rabu	102,460725961	1312,840	-1107,919
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
28-Dec-2015	Senin	974,759155078	2185,139	-235,620
29-Dec-2015	Selasa	983,810824386	2194,190	-226,569
30-Dec-2015	Rabu	1039,093847513	2249,473	-171,286
31-Dec-2015	Kamis	1151,976870640	2362,356	-58,403

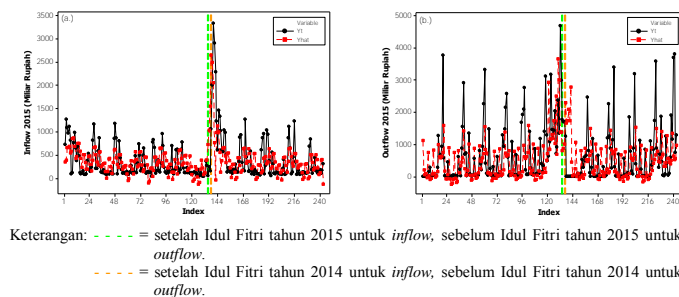
Jika dilihat berdasarkan *time series plot*, maka hasil ramalan *inflow* dengan regresi *time series* model 1 dan *outflow* dengan regresi *time series* model 3 di KPBI periode 2015 disajikan pada Gambar 10.



Gambar 10. Time Series Plot Hasil Ramalan Inflow (a.) dan Outflow (b.) Uang Kartal Periode 2015

Gambar 10(a.) menunjukkan bahwa hasil ramalan *inflow* uang kartal harian di KPBI periode 2015 berada diantara batas atas dan batas bawah. Begitu juga dengan hasil ramalan *outflow* uang kartal harian di KPBI periode 2015 berada diantara batas atas dan batas bawah yang ditunjukkan pada Gambar 10(b.).

Berikut ini *time series plot* dari data aktual *inflow* dan *outflow* uang kartal harian periode 2014 dengan hasil ramalan *inflow* dan *outflow* uang kartal harian di KPBI periode 2015.



Keterangan: --- = setelah Idul Fitri tahun 2015 untuk *inflow*, sebelum Idul Fitri tahun 2015 untuk *outflow*.
--- = setelah Idul Fitri tahun 2014 untuk *inflow*, sebelum Idul Fitri tahun 2014 untuk *outflow*.

Gambar 11. Time Series Plot Data Aktual Periode 2014 dengan Hasil Ramalan Inflow (a.) dan Outflow (b.) Uang Kartal Periode 2015

Berdasarkan Gambar 11(a.), menunjukkan bahwa *inflow* uang kartal di Kantor Pusat Bank Indonesia periode 2015 melonjak drastis terjadi 3 hari lebih awal setelah hari raya Idul Fitri dibandingkan tahun 2014. Sedangkan pada *outflow* uang kartal mengalami kenaikan yang drastis terjadi 3 hari lebih awal sebelum hari raya Idul Fitri dibandingkan tahun 2014 yang dapat dilihat pada Gambar 11(b.).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Kecenderungan rata-rata *inflow* uang kartal di KPBI meningkat pada hari Selasa dan Rabu, Minggu kedua, bulan Agustus di setiap tahun periode 2012 hingga 2014, mulai setelah hari raya Idul Fitri. Begitu juga pada *outflow*, cenderung meningkat pada hari Kamis dan Jum'at, Minggu pertama dan Minggu keempat, bulan Juli (tahun 2013 dan 2014) serta bulan Agustus 2012, sampai sebelum hari raya Idul Fitri.
2. Metode Regresi *Time Series* merupakan metode terbaik untuk meramalkan *inflow* dan *outflow* uang kartal di KPBI periode 2015 karena memiliki nilai *RMSE* terkecil dibandingkan metode lainnya. Model 1 pada Regresi *Time Series* baik untuk meramalkan *inflow* uang kartal, sedangkan model 3 pada Regresi *Time Series* baik untuk meramalkan

outflow uang kartal. Dari hasil ramalan diperoleh bahwa *inflow* melonjak drastis mulai setelah Idul Fitri 3 hari lebih cepat dibandingkan tahun 2014. Demikian juga dengan *outflow* melonjak drastis sampai Idul Fitri 3 hari lebih cepat dibandingkan tahun 2014. Hal ini menunjukkan bahwa model yang lebih kompleks tidak selalu memberikan ramalan yang lebih akurat dibanding model yang lebih sederhana.

3. Hasil ramalan menunjukkan bahwa *inflow* uang kartal 2015 melonjak drastis terjadi 3 hari lebih awal setelah hari raya Idul Fitri dibandingkan tahun 2014. Sedangkan pada *outflow* uang kartal mengalami kenaikan yang drastis terjadi 3 hari lebih awal sebelum hari raya Idul Fitri dibandingkan tahun 2014.

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah dalam pemodelan Regresi *Time Series* perlu menambahkan data *outlier* hingga asumsi residual berdistribusi normal terpenuhi. Sedangkan data yang mengandung unsur heteroskedastisitas dapat dimodelkan menggunakan metode ARCH-GARCH.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bank Indonesia. (2015). *Term of Reference (Kerangka Acuan) : Analisis Pengembangan Jaringan Distribusi Uang dan Layanan Kas Bank Indonesia*. Jakarta: Bank Indonesia.
- [2] Bank Indonesia. (2011). *Yang Penting Pas Agar Ekonomi Nggak Kolaps*. Jakarta: Newsletter Bank Indonesia. Retrieved February 25, 2015, from http://www.bi.go.id/id/publikasi/geraiinfo/Documents/601cd8e074bb4ff8b537f2160c782f7dGled16_juli2011_low.pdf
- [3] Anvari, M. (1983). Forecasting Daily Outflows from a Bank Account. *OMEGA*, 11, 273-277.
- [4] Lee, M.H., Suhartono, & Hamzah, N.A. (2010). Calendar Variation Model Based on Time Series Regression for Sales Forecast: The Ramadhan Effects. *Proceedings of the Regional Conference on Statistical Sciences*, 30-41.
- [5] Lee, M.H., Suhartono, & Hamzah, N.A. (2010). Calendar Variation Model Based on ARIMAX for Forecasting Sales Data with Ramadhan Effect. *Proceedings of The Regional Conference on Statistical Sciences 2010 (RCSS '10)*, 349-361.
- [6] Karomah, A. & Suhartono. (2014). Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Model Variasi Kalender dan Model Autoregressive Distributed Lag (ARDL). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3(2), 103-108.
- [7] Rukini & Suhartono. (2013). Model ARIMAX dan Deteksi GARCH untuk Peramalan Inflasi Kota Denpasar. *Jurnal Sains & Seni: Publikasi Online Mahasiswa ITS*, 219-228.
- [8] Ditago, A.P., Suharsono, A. & Suhartono. (2013). Perbandingan Model ARIMAX dan Fungsi Transfer Untuk Peramalan Konsumsi Energi Listrik di Jawa Timur. *Jurnal Sains & Seni: Publikasi Online Mahasiswa ITS*, 2, 243-248.
- [9] Wulansari, R.E., & Suhartono. (2014). Peramalan Netflow Uang Kartal dengan Metode ARIMAX dan Radial Basis Function Network (Studi Kasus di Bank Indonesia). *Jurnal Sains dan Seni POMITS*, 3(2), 73-78.
- [10] Rahmadian, R. & Warjiyo, P. (2013). Mengukur Time Inconsistency Kebijakan Moneter di Indonesia. In B. Indonesia, *Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan* (Vol. 15). Jakarta: Bank Indonesia.
- [11] Bowerman, B.L. & O'Connell, T.R. (1993). *Forecasting and Time Series: An Applied Approach* (3rd ed.). California: Wadsworth, Inc.
- [12] Wei, W.W.S. (2006). *Time Series Analysis : Univariate and Multivariate* (2nd ed.). California: Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- [13] Kostenko, A.V. & Hyndman, R.J. (2008). Forecasting Without Significance Tests?
- [14] Armstrong, J.S. (2007). Significance Tests Harm Progress in Forecasting. *International Journal of Forecasting* 23, 321-327. Retrieved from www.elsevier.com/locate/ijforecast.